

Таким образом, появляется возможность создания установки на основе эффекта, обратного эффекту Ранка и вышеуказанной теории, которая позволит создавать смерчи и преобразовывать их вращательную энергию в электрическую.

В будущем, разработанная нами установка позволит увеличить эффективность использования энергии ветра.

Библиографический список

1. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. М.: Машиностроение, 1969. 183 с.
2. Арсеньев С.А., Бабкин В. А., Губарь А.Ю., Николаевский В.Н. Теория мезомасштабной турбулентности. Вихри атмосферы и океана. М., 2010: [Электронный ресурс] URL: http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_29214
3. Аветисян А.И., Бабкова В. В., Гайсарян С.С., Губарь А.Ю. Разработка параллельного программного обеспечения для решения трехмерной задачи о рождении торнадо по теории Николаевского М., 2008: [Электронный ресурс]. URL: http://agubar.narod.ru/ParJava/Arut_Barb_Gais_GU_2008_RazrPPfor3Dtorn_MatMod.pdf

ОБОСНОВАНИЕ РАБОТЫ ЭНЕРГОБЛОКА АЭС С ВВЭР-1000 В РЕЖИМЕ ФОРСИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ

Смыкало А.Ю.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

E-mail: agi@aes.ispu.ru

Наряду со строительством новых АЭС, прирост выработки электроэнергии в России может быть достигнут переводом энергоблоков действующих АЭС с реакторами ВВЭР в форсировочный режим работы.

Максимальное значение тепловой мощности реактора в режиме форсировки определяется в первую очередь теплотехническими ограничениями со стороны активной зоны реактора:

- отсутствие объемного кипения в активной зоне (коэффициент запаса до кризиса по тепловому потоку должен быть не менее 1,2-1,3);
- максимальная температура оболочки твэла не должна превышать 350-360 °С;
- наличие запаса до температуры до плавления топлива.

Отметим, что основным ограничивающим фактором для повышения мощности реактора ВВЭР-1000 является ограничение по кризису теплообмена, а ограничение по температуре топлива является несущественным.

Определенные возможности повышения мощности обеспечивают эффект уменьшения объемного коэффициента неравномерности энерговыделения во время работы реактора. Это позволяет повышать мощность реактора в течение кампании с сохранением приемлемых запасов до кризиса теплообмена. Однако реальный эффект может быть получен только при параллельной работе нескольких блоков с ВВЭР.

Неравномерность энерговыделения в активной зоне может быть уменьшена при применении усовершенствованных конструкций ТВС. Поэтому имеется реальная возможность повышения мощности реактора при сохранении условий теплотехнической надежности и безопасности. Так, повышение мощности реактора ВВЭР до 3082 МВт в 6-ую топливную загрузку Волгодонской АЭС даст практически те же коэффициенты неравномерности и запас до кризиса теплообмена, что и при работе реактора в 1-ую топливную загрузку на уровне мощности в 3000 МВт. Разработанные в последнее время усовершенствованные ТВС для ВВЭР-1000 с удлиненным на 150 мм топливным столбом и гадолиниевым выгорающим поглотителем позволяют повысить номинальную тепловую мощность реактора до 3200 МВт, что нашло отражение в реализации нового проекта АЭС-2006.

Для действующих АЭС эффективным является повышение мощности реактора за счет снижения температуры теплоносителя на входе, но с обязательным снижением температуры теплоносителя на выходе, так как в противном случае требуется увеличение поверхности теплообмена активной зоны реактора, т. е. ее перепроектирование с соответствующим изменением теплогидравлических и нейтронно-физических характеристик.

Как показали теплогидравлические расчеты активной зоны реактора ВВЭР-1000, при повышении тепловой мощности до 3500 МВт температура теплоносителя на выходе из активной зоны должна быть уменьшена до 312 °С при одновременном снижении температуры на входе до 276 °С. В этом случае сохраняются допустимые запасы до кризиса теплообмена. Уточненные расчеты распределения энерговыделения показали, что место расположения максимума энерговыделения в форсировочных режимах не изменяется.

Уменьшение температуры на входе в реактор может быть осуществлено в дополнительном теплообменнике или в основном парогенераторе ПГВ-1000, который имеет запас по площади теплообменной поверхности около 12-15 %. Вариант с установкой дополнительного теплообменника на холодной нитке после парогенератора позволяет сохранить проектные значения начальных параметров пара в парогенераторе. При этом могут быть отключены (полностью или частично) подогреватели высокого давления системы регенерации паровой турбины или же увеличена температура питательной воды на входе в парогенератор. Однако этот вариант требует перекомпоновки оборудования первого контура и значительных капитальных затрат на его реализацию. Поэтому он вряд ли может быть применен на действующих АЭС. Более предпочтительным является второй вариант, поскольку он не требует установки нового оборудования. Однако уменьшение температуры теплоносителя на выходе из парогенератора приводит к значительному снижению параметров генерируемого пара (при мощности 3500 МВт и температуре на выходе из ПГ 276 °С давление генерируемого пара снижается с 6,4 МПа до 5,17 МПа). Это в свою очередь делает проблематичным обеспечение работы турбины с повышенными расходами пара, хотя турбина К-1000-60/3000 по пропускной способности имеет запас до 7-10 %.

Оценочные расчеты тепловой схемы турбоустановки для вариантов форсирования мощности с использованием существующих парогенераторов показали, что выигрыш в электрической мощности при $Q_p = 3500$ МВт составляет около 123 МВт. Однако электрический КПД «брутто» при этом снижается с 33 до 31,8 %.

Таким образом, имеется техническая возможность работы АЭС с ВВЭР-1000 на повышенном уровне мощности. При этом реально, с учетом возможностей по пропускной способности проточной части турбины и оборудования второго контура, мощность энергоблока может быть повышена до 1150-1170 МВт. В качестве специальных мер может быть рекомендовано применение обводного парораспределения, однако этот вопрос требует проведения дополнительных исследований.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДОГО ЭЛЕКТРОЛИТА $\text{HfO}_2 + 10$ МОЛ % Y_2O_3 В ПОЛИ- И МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ МЕТОДОМ ИМПЕДАНСА

Соловьёва В.В., УрФУ

*Строева А.Ю., Кузьмин А.В., Горелов В.П., Зайков Ю.П.,
Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН
A.Stroeva@ihte.uran.ru*

Одной из глобальных проблем, стоящих перед современной наукой, является создание новых источников энергии, а также разработка энергосберегающих технологий. Существенный вклад в решение этой проблемы вносит использование электрохимических устройств на базе высокотемпературных твердых электролитов с проводимостью по кислороду: генераторы на твердооксидных топливных элементах с высоким КПД, электролизеры для получения особо чистых газов, электрохимические сенсоры, позволяющие значительно сократить расход топлива в теплоэнергетических установках, повысить их экологические характеристики, моментально определить концентрацию кислорода в различных средах.

В большинстве современных электрохимических устройств используются твердые электролиты на основе диоксида циркония. Высокая химическая стойкость и прочность этих электролитов в сочетании с довольно высокой электропроводностью обеспечивают им лидерство в практическом применении. Структурные аналоги этих электролитов на основе диоксида гафния HfO_2 обладают еще более высокой химической и термической стойкостью, включая стойкость к сильно восстановительным атмосферам без появления электронной проводимости.

В работе проведены сравнительные исследования электропроводности твердых электролитов на основе диоксида гафния, стабилизированных оксидом иттрия – $\text{HfO}_2 + 10$ мол % Y_2O_3 (далее Н10Y) в поли- (пк) и монокристаллическом (м) состоянии в интервале температур 850-150 °С на воздухе.